ChinaXiv合作期刊

长期生态学研究支撑新疆南疆生态建设和科技扶贫

曾凡江　李向义　李　磊　刘　波　薛　杰　桂东伟　雷加强

中国科学院新疆生态与地理研究所　策勒沙漠研究站　策勒　848300

chinaXiv:202303.08939v1

摘要　中国科学院策勒沙漠研究站（以下简称“策勒站”）位于新疆南部塔克拉玛干沙漠南缘。脆弱的生态环境、频繁的风沙危害，严重地影响了人民群众的生产生活，制约了地区的经济社会发展。20 世纪 80 年代初，沙漠持续前移，“沙临城下”——距策勒县城仅 1.5 km。流动沙丘不断掩埋良田，蚕食绿洲。策勒站围绕区域脆弱生态环境治理和农牧民脱贫增收所急需的关键科技问题，通过长期监测研究和试验示范，系统阐明了极端干旱区主要优势植物的逆境响应机制和适应策略，构建了流沙治理模式，提出了引洪灌溉大面积恢复柽柳植被的技术体系，解除了流沙侵袭对策勒县城的威胁；同时，还提出了绿洲外围新垦沙荒地棉花高产稳产种植模式和肉苁蓉接种的技术体系，创建了区域水资源优化利用的技术体系，并在新疆推广应用，取得了良好的经济效益和社会效益。策勒站已成为国家部署在新疆南部的重要科技研发平台和试验示范基地，为区域生态环境建设和经济社会发展作出了重要贡献。

关键词　新疆南部，流沙治理，棉花高产栽培技术，水资源优化利用，科技扶贫

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.20200727001

新疆南部的和田地区是我国 14 个集中连片贫困区之一，自古以来就深受风沙危害，生态环境极为脆弱。汉唐以来，和田绿洲被迫向昆仑山南移 100—150 km，皮山、墨玉、策勒县城曾 3 次搬迁[1]，古丝绸之路沿线有 20 余座古城被沙海淹没。20 世纪 50 年代以来，由于人类活动加剧，尤其是绿洲外围灌丛的过度砍伐、大规模毁林毁草开荒造田，破坏了绿洲的天然屏障，导致沙漠的扩大和蔓延[1]。20 世纪 80 年代初，流沙再次逼近到距离策勒县城 1.5 km 处，策勒绿洲再次告急。

为了解决“沙临城下”的严重问题，1983年，中国科学院新疆生态与地理研究所（原“中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所”）成立中国科学院策勒沙漠研究站（以下简称“策勒站”），开展沙漠化防治研究工

资助项目：中国科学院科技扶贫项目（KFJ-FP-201903），中国科学院战略性先导科技专项（A类）（XDA23060303）
修改稿收到日期：2020年7月31日

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.08939v1

作。面对严峻的生态环境问题和自然环境状况，依据生态学理论和方法，策勒站提出了“草、灌、乔”配置，“网、片、带、线”，“林、田、水、路”并举的综合治理技术模式，形成了以生物措施为主，工程措施为辅，生态效益、经济效益、社会效益兼顾的绿洲外围综合生态防护屏障构建和优化管理的技术体系。同时，策勒站在新垦沙荒地棉花高产稳产种植模式、退化荒漠生态系统有效保育和合理利用途径、经济型生态防护体系建设等技术的研发和创建方面，开展了长期系统的观测研究和试验示范，取得了一批适用性技术成果，为新疆南部干旱风沙区退化植被修复和农牧民脱贫增收提供了重要的理论指导和技术支撑，得到了各级政府的高度评价和国内外组织的广泛赞誉。

1 构建流沙治理模式，提出柽柳恢复技术体系

塔克拉玛干沙漠南缘的策勒绿洲，年均降水量 <50 mm，年均潜在蒸发量 >2 500 mm；年均沙尘暴 20 天左右、扬沙 90 余天、浮沉 100 余天，风沙频繁肆虐。策勒站开展了长期监测、研究与科学治沙试验示范，经过多年的艰苦努力，使蔓延扩大的流沙后退 5 km，构建了流沙治理的“策勒模式”，为我国和世界的荒漠化防治提供了新的范例。

1.1 构建了绿洲外围综合防护体系

结合策勒绿洲特殊的生态环境条件，策勒站提出了风沙灾害防治的综合防护体系模式。将生物措施和工程措施相结合，以生物措施为主体，建立 3 道控沙生物屏障。改春季造林为秋季造林，充分利用夏季充足的洪水修复自然植被；利用洪水冲刷形成的拦沙河等工程措施，使其配设在体系的最外缘。一系列举措有效遏制了沙漠向绿洲蔓延，切断沙漠与绿洲的联接，截断沙源，减少了风沙流中的含沙量。

*第一道生物屏障为天然草灌带。*利用洪水期灌溉，促进自然植被的恢复与形成，适当补播，增加种源和改善物种组成。针对流沙主要在近地表层输运的特点，利用草本和半灌木的高度和生长密集的优势，大范围增加地表粗糙度，减低风速，阻滞流沙，防止就地起沙，削减风沙流中的含沙量。

*第二道生物屏障为人工固沙灌木林带。*利用灌木林的高度，进一步拦截通过草灌带中的沙物质，促使空气中悬浮的沙粒沉降。

*第三道生物屏障为邻接绿洲窄带多带式防沙林网。*由高大乔木组成，提高了屏障对大风的抵御能力。当气流遇到前沿林带阻挡后，流场结构发生变化，大部分气流被迫抬升，从林带上空越过，林带背风面动能明显降低；林带多层次的连续阻挡，以及大量枝叶摆动和撞击，极大地消耗了风沙动能，降低了风速，促使进入体系内部的剩余沙量继续沉降，进一步减少大风和流沙对绿洲的危害。从纵断面看，拦沙河、天然草灌带、人工灌木林带、窄带多带式防沙林网的单个宽度分别为 50—100 m、300 m、500 m、1000 m，构成了总宽度 4.55 km 的综合防护屏障；其中，天然草灌带片合计占 77%。实践证明，这种防护体系的综合防护功能良好，生态效益显著。

在策勒沙漠-绿洲过渡带上分布有大片的天然植被。这些植被集中在绿洲外围及河流两岸，构成了绿色屏障，保护了绿洲免受风沙危害。由于长期不合理的樵采、放牧，绿洲外围及河流两岸的天然植被覆盖度降至 3%—5%，成为危害绿洲的重要沙源地。从 1983 年夏季开始，策勒站在 200 hm^2 以上裸露的流沙地上引洪拉沙、引洪灌溉。引洪当年，一年生草本植物（如猪毛菜、五星蒿、沙米、虫实等）大量生长，盖度达 30% 以上，起到了固沙作用；多年生草本骆驼刺开始萌生，逐渐扩大，并形成建群种群落。第二年形成一年生草本与多年生草本骆驼刺的混生群落，第三年形成灌木（柽柳）、多年生草本（骆驼刺）、一年生草本的混生群落，并逐渐形成以柽柳和骆驼刺为建群种的稳定群落。至 1988 年在风沙前沿形

ChinaXiv合作期刊

成长、宽各 10 km 的绿色植被带，总面积达 10 000 hm^2 以上，从而有效地遏制了沙漠的扩大和蔓延。

1.2 阐明了塔里木沙漠公路生态防护体系主要植物的响应机制

植物能否适应干旱、盐胁迫环境，是生态防护体系能否正常维持的关键[2]。柽柳、梭梭、沙拐枣是组成塔里木沙漠公路生态防护体系的主要物种。研究发现，在地下 0—100 cm 土壤层内植物根系分布最多，其中地下 20—80 cm 土壤层的根系生物量达到总根系的 87%。沙拐枣吸收根的生物量显著高于梭梭和柽柳（$p<0.05$）。大部分根系（47%）主要分布在地下 40—60 cm 土壤层，而在土壤盐分含量最高的表层（地下 0—10 cm）没有吸收根的分布，这可能是因为该层的土壤含盐量限制了根系的分布。植物根系在地下 0—50 cm 土层的分布与土壤含水量密切相关。地下 0—50 cm 土壤水分与梭梭、柽柳、沙拐枣根系的相关系数分别为 0.816、0.866、0.754。地下 0—50 cm 土壤层的电导率与梭梭、柽柳、沙拐枣根系生物量呈负相关，分别为 0.894、0.595、0.773。上述结果表明，在极端干旱的塔里木盆地腹地，咸水灌溉没有对沙漠公路生态防护体系组成植物的生存和生长产生明显影响[3]，植物能够合理利用区域的咸水资源。该结论为极端干旱条件下利用高矿化度水灌溉育苗、流动沙漠腹和苗木培育基地建设提供了科技支撑。

2 提出了绿洲外围新垦沙荒地种植模式和技术体系

2.1 新垦沙荒地棉花高产稳产种植模式，为新疆棉花发展提供了技术支撑

新疆是我国长绒棉的重要生产基地，棉花种植面积逐年扩大。20 世纪 90 年代后期，棉区已占到新疆耕地的 60% 左右，棉田轮作、倒茬出现问题，存在病虫害暴发的潜伏风险，难以开展农业结构调整[4]；同时，因棉花种植成本快速上升，导致经济效益大幅下滑。根据棉花无限生长性、蕾铃脱落性、可塑性、喜光喜温性、适应多种土壤类型等特点，结合新疆南疆降雨量少、无霜期短、秋季降温快的气候现状，依据“密、矮、早、膜”的栽培模式下棉花的生育规律[5]，提出以增株增铃实现新疆棉花大幅增产技术，实现了干旱区棉花种植技术的新突破。

与成熟农田相比，沙荒地土壤贫瘠，有机质含量低，加上相对落后的耕作技术，沙荒地种植效益不高。针对该问题，策勒站开展了沙荒地棉花高产种植技术研发。1997 年开展了沙荒地棉花丰产栽培试验，新复垦的 70 亩沙荒地实现亩产皮棉 120 kg，部分实验品种亩产超过 180 kg，获得和田地区棉花产量评比第一名，产生了显著的社会效益。1998—2000 年，创建“双层双株”棉花高产栽培模式。根据新垦沙荒地病虫害少、通风透光条件好的特点，将以增铃增产为主的技术措施改为以增株增铃增产的技术措施，优化了棉花高密度种植模式，突破了亩产皮棉 250 kg 大关。在新垦沙荒地上，连续 3 年创造了棉花单产的世界记录。该栽培模式被正式列入新疆“十五”规划纲要，并在新疆进行了大规模推广应用。目前，该技术已推广 3 000 万亩，亩产提高 50% 以上。策勒站因此获得 1999 年香港求是科技基金会颁发的“杰出科技成就集体奖”；2001 年“在新垦沙荒地上连续 3 年创造了棉花单产世界记录”入选“中国十大科技进展”。

2.2 荒漠肉苁蓉高产稳产种植技术，促进区域生态产业协调发展和农牧民增收

发展荒漠肉苁蓉产业[6]，增加农牧民收入，构建了生态经济型村镇农牧民增收的技术途径和持续增收的优化模式与长效机制，取得了良好的社会和经济效益。肉苁蓉是多年生寄生性草本植物，具有极高的药用价值。过去，我国肉苁蓉基本来自野生资源；由于过渡采挖，野生肉苁蓉资源濒临枯竭。策勒站在 20 世纪 80 年代开展了肉苁蓉的人工接种、种植试验。经过接种方式、接种深度、接种时间、灌水措施的技术研

chinaXiv:202303.08939v1

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.08939v1

发，成功将柽柳和管花肉苁蓉推广应用到新疆和田地区（该区已成为我国管花肉苁蓉的主产区）。之后，策勒站又成功将梭梭和荒漠肉苁蓉引种推广到新疆南疆地区，带动了地方经济发展；梭梭和荒漠肉苁蓉已成为促进区域农牧民增收的重要产业之一。

然而由于种植技术、管理方式和病虫害危害等方面的制约和影响，肉苁蓉种植普遍存在产量不稳、品质不好、价格不高的状况。针对以上问题，策勒站又开展了肉苁蓉高产稳产技术、优化管理模式的研发。经过多年的努力，突破了肉苁蓉接种率低、产量不稳定的技术瓶颈，成功研发出亩产 500 kg（鲜重）以上的立体化高产接种新技术。同时，阐明了荒漠肉苁蓉与寄主之间的互馈关系，发明了寄主两侧轮流复种肉苁蓉稳产种植管理新模式和肉苁蓉种植袋技术，构建了沙漠地区荒漠肉苁蓉规模化种植和管理的技术体系。研发形成的流动沙漠地区荒漠肉苁蓉种子生产的技术方法、立体化接种高产新技术和机械化种植技术（处于国内领先水平），实现了肉苁蓉的大面积规模化种植。该成果在新疆南疆地区（和田地区、喀什地区、巴音郭勒蒙古自治州）已经成功推广应用 7 万多亩，取得了巨大的经济效益、生态效益和社会效益。

荒漠肉苁蓉高产稳产和规模化种植技术体系的建立，为新疆南部农牧民脱贫致富提供了一条新路径。同时，为风沙区可经营型生态防护屏障的构建和优化管理，提供了理论依据和技术支撑。在我国干旱区生态文明建设和沙产业发展中，肉苁蓉产业具有广阔的应用前景。

3 极端干旱区主要优势植物的逆境响应机制和适应策略研究

研究植物对极端环境胁迫的响应机制和适应途径，可以为植被的恢复重建和可持续管理提供科学依据。策勒站依托天然荒漠综合观测试验场和长期生态学实验研究样地，针对多年生优势植物幼苗定居过程的逆境适应特征、植物维持过程的光合水分生理特征和养分利用机制、植物种群繁殖的水分调控策略和群落稳定分布的生态学基础等科学问题，开展了长期、系统的观测实验研究，取得了一批原创性的理论成果，并从经济学和生态学角度提出了多年生优势植被可持续管理的技术措施和理论方法。

3.1 阐明了极端干旱区植物的分布特点和优势植物逆境适应机制

分布在塔克拉玛干沙漠南缘沙漠-绿洲过渡带的自然植被，地带性成分缺乏，呈明显的隐域性分布特征。研究该区域植被分布演替规律及其与生境因子的关系、植物对干旱胁迫环境（如干旱、高温、辐射、风沙等）的抵御能力和植物的水分来源，是荒漠化防治、绿洲外围植被修复和生态防护体系稳定建设的重要前提。

研究表明，过渡带植被群落的分布特征主要受地下水埋深变化的影响，偶发的季节性洪水和降雨对植物的水分生理状况影响不大。但是，群落的组成成分和生物多样性受地貌特征和地下水埋深的双重影响[7]。地下水埋深的变化和植物的生长、植物的水分生理、水分利用效率、生物量增长密切相关[8-11]。并且，地下水埋深影响着植物的养分吸收和化学计量特征的变化[12]。由于主要依靠地下水的供给，极端干旱区的隐域性优势植物没有明显的水分胁迫现象，水分生理特征更接近中生植物的特点。发达的根系是植物保证水分获取、适应极端干旱环境的基本特征。同时，过渡带优势植物的生产力高，年际生物量的累积接近年降水量 1 000 mm 地区的植物[1]。根据植物的生理生态适应特征，将过渡带植物划分为 5 种主要的生理适应类型：低光合低蒸腾型、高光合高蒸腾型、高光合低蒸腾型、高水势延迟脱水类型和低水势忍耐脱水类型。因此，保持区域地下水位稳定，是维护绿洲生态安全的重要前提。

3.2 揭示了极端干旱区主要物种的克隆繁殖规律

分布于沙漠-绿洲过渡带的主要优势植物群落的生

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.08939v1

长发育与其地下水埋深的变化密切相关[7,13]。策勒站多年监测数据显示，骆驼刺克隆分株的分枝角度集中在90°左右，这说明骆驼刺分株不需要通过增大分枝角度来扩大根系伸展空间。骆驼刺根系分株深度趋于浅层化，均分布在地下0—40 cm之间，分株之间的间隔物长度是决定地上部分生长格局的重要参数[13]。随着土壤水分有效性的降低，骆驼刺幼苗分株生长格局逐步由“密集型”向“游击型”过渡，最大限度地减小分株之间的竞争，最大效率地吸收环境资源。骆驼刺母株和子株间存在水分整合，母株会通过根系向子株传输水分[14]。利用AFLP标记方法对3种多年生荒漠植物种克隆尺度的研究结果表明，胡杨和骆驼刺的最大克隆范围分别是121 hm^2 和6.1 hm^2，而柽柳克隆分株的范围仅为38 m^2。随着克隆尺寸和潜水埋深的增加，胡杨和骆驼刺的克隆多样性下降，但是遗传多样性不受影响，其克隆能力较强；而柽柳的克隆能力相对较弱。

4 阐明了绿洲生态需水量变化特征，提出了地表水-地下水优化配置方案

在塔克拉玛干沙漠南缘，水资源量严格限制了绿洲的规模，也是决定沙漠-绿洲稳定维持的关键要素。水资源的变化特征与生态、生产用水的平衡关系是该区域生态建设和经济社会发展的关键。

4.1 绿洲生态需水量分析与决策系统

水资源短缺一直是制约绿洲稳定维持和健康发展的首要因素。策勒站基于绿洲农田长期生态学试验观测场的定位观测研究和区域调查数据，量化了策勒绿洲的生态需水量。研究表明，策勒绿洲的生态需水量占河流流量的50%左右[15]，其中恢复地下水需水量占较高比例。由于绿洲扩张和土地开发对水资源的过度利用，近20年来，策勒绿洲地下水位下降了2.5—5.0 m，地下水溢出带向盆地内迁移了2—3 km，泉水流量减少了15%—35%，绿洲的生态功能处于不稳定状态。绿洲地下水呈现负均衡，沙漠-绿洲过渡带天然植被退化加剧，沙漠化出现扩张趋势，从而加剧了绿洲生态系统和荒漠生态系统之间的用水冲突。协调和缓解两大系统用水已成为策勒绿洲健康发展亟待解决的重要问题。为此，策勒站利用贝叶斯模型建立了绿洲生态需水量决策系统，通过对监测数据的分析来确定最适绿洲生态需水量[16]。根据决策系统分析发现，策勒绿洲最适生态需水量在丰水年、平水年和干旱年分别为策勒河流量的50.24%、49.71%和48.73%。

4.2 地表水-地下水联合利用优化配置

利用遥感数据解译与判读，查清了策勒绿洲灌区农作物种植结构及面积，通过分析各类作物的需水量及其占比，明确了绿洲农业用水的合理结构。这为优化策勒绿洲用水合理配置和可持续发展提供了科学依据。① 策勒绿洲的红枣是绿洲灌区的主要种植作物，其次为核桃和石榴（图1）。红枣种植面积占整个绿洲农田面积的59.4%，灌溉水量占总用水量的68%；核桃种植面积占比23%，用水量占比17.7%；石榴种植面积占比5.7%，用水量占比5.8%。② 基于遥感数据将绿洲灌区的渠系划分为17个灌溉区域（图2）。测定了各区域红枣、核桃和石榴的种植面积等及相关数据，进一步获得了红枣、核桃和石榴在生长旺季（每年6—8月）

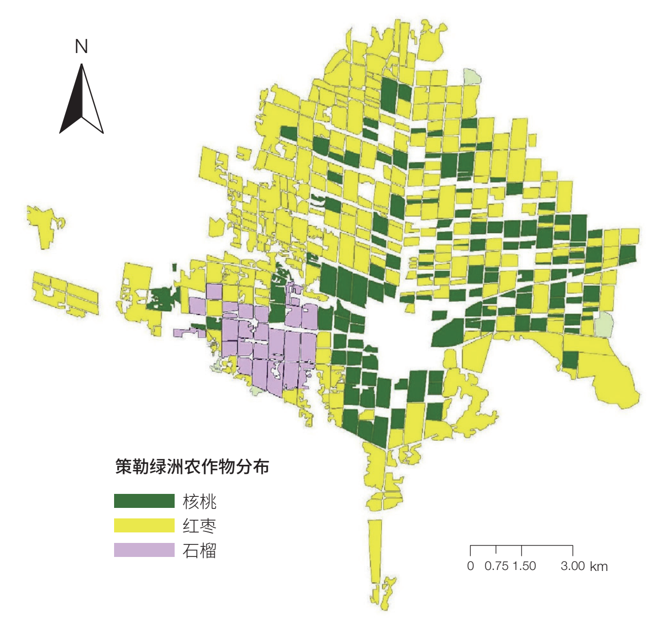


图1 策勒绿洲农作物分布

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.08939v1

的耗水量与灌溉量，并分别在仅利用地表水、分组轮灌、支渠分区引水、经济作物种生长旺季等不同情景和条件下进行配比及对比试验，发现地表水仅能满足农田 70% 的灌溉需水量；只有通过地表水和地下水联合利用、轮灌分组科学配比，才能完全满足灌溉需水量。③ 根据试验和监测数据及科学配置方式，分别对地表水和地下水联合利用、科学轮灌分组、缩短引水时长等方式进行了总结，形成了具有实时智能灌溉调度决策的地表水-地下水耦合优化配置模式。应用该模式进行水资源配置与管理，在一定程度上减少人力物力，节省了水资源。该模式已得到更为广泛的推广应用。

5 结语

策勒站围绕新疆南部脆弱生态修复和农牧民增收中急需解决的核心科技问题，在国家、中国科学院和地方重大科研项目支持下，开展了长期的应用基础研究、技术研发、试验示范与辐射推广工作，为区域生态环境建设和经济社会可持续发展作出了重要贡献。针对塔克拉玛干沙漠南缘的生态环境问题，策勒站研发的流沙治理和植被修复技术，在国际上产生了重要影响，并

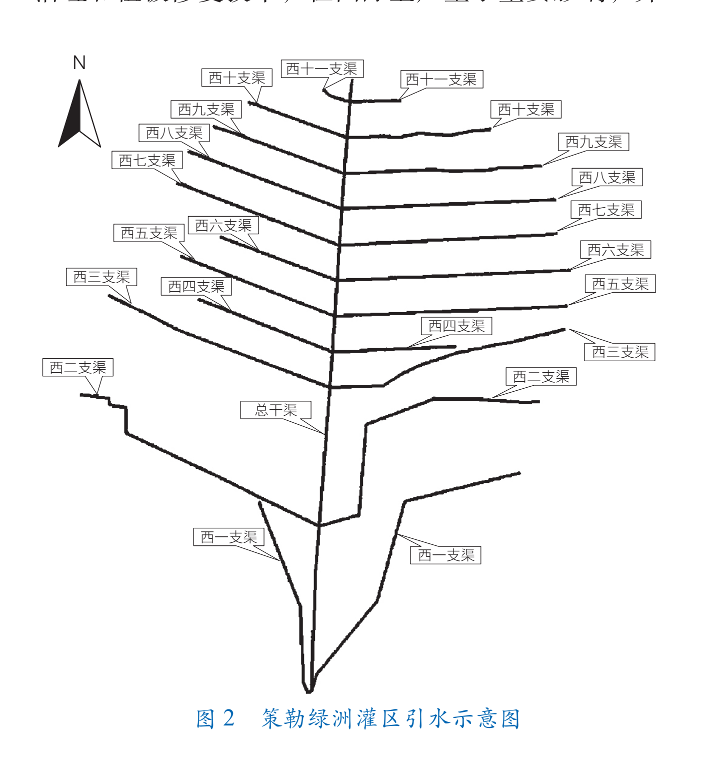


图 2　策勒绿洲灌区引水示意图

于 1995 年荣获联合国环境规划署（UNEP）颁发的“全球土地退化与荒漠化防治成功业绩奖”。创建了新垦沙荒地棉花高产稳产种植的技术模式，提升了区域棉花种植的技术水平，增加了农牧民收入，为新疆南疆地区农牧民增收技术研发和长效机制建立提供了科技支撑。兼顾生态效益、经济效益和社会效益，构建了沙漠-绿洲过渡带特色荒漠生态产业协调发展的技术体系，研发形成的荒漠肉苁蓉高产稳产种植的技术模式，为过渡带经济型生态防护屏障的构建提供了理论依据和技术支撑。同时，策勒站在沙漠-绿洲稳定维持和可持续管理、绿洲水资源联合利用和优化配置等方面作出了贡献。

围绕干旱区生态建设和区域经济社会可持续发展，策勒站的系列研发成果为新疆南疆地区生态建设和科技扶贫工作提供了重要的科技支撑。中国科学院新疆分院“访惠聚”驻村工作队对策勒站提出了“精准扶贫”“科技扶贫”“生态扶贫”等科技需求，策勒站将在中国科学院“率先行动”计划和特色研究所建设框架下，深入开展生态系统生态过程机理研究、绿洲荒漠水肥高效利用技术研发及试验示范和用推广工作，提升科学研究水平和科技服务能力，建成干旱区重要的科技支撑平台和示范推广基地，服务于区域生态环境建设和经济社会发展。

参考文献

1 张希明, Michael Runge. 塔克拉玛干沙漠边缘植被可持续管理的生态学基础. 北京: 科学出版社, 2006.

2 雷加强, 李生宇, 靳正忠, 等. 塔里木沙漠公路防护林生态工程的综合生态环境效应.科学通报, 2008, 53(S2): 169-178.

3 Li S Y, Tang Q L, Lei J Q, et al. An overview of non-conventional water resource utilization technologies for biological sand control in Xinjiang, northwest China. Environmental Earth Sciences, 2015, 73(2): 873-885.

4 田长彦. 新疆棉产业可持续发展面临的挑战与科技对策. 干旱区研究, 2001, 18(4): 62-67.

ChinaXiv合作期刊

5 田长彦, 胡明芳, 杜刚. "矮密早膜"栽培模式下引进棉花品种农艺性状表现与评价. 中国生态农业学报, 2001, 9(1): 77-79.

6 李炳文, 邱永志, 周宏伟, 等. 塔克拉玛干沙漠腹地滴灌种植肉苁蓉的实验研究. 干旱区研究, 2012, 29(5): 751-756.

7 Li X Y, Lin L S, Zhang X M, et al. Influence of groundwater depth on species composition and community structure in the transition zone of Cele Oasis. Journal of Arid Land, 2010, 2(4): 235-242.

8 Zeng F J, Bleby T M, Landman P A, et al. Water and nutrient dynamics in surface roots and soils are not modified by short-term flooding of phreatophytic plants in a hyperarid desert. Plant and Soil, 2006, 279(1-2): 129-139.

9 Zeng F J, Yan H L, Arndt S K. Leaf and whole tree adaptations to mild salinity in field grown *Populuseuphratica*. Tree Physiology, 2009, 29(10): 1237-1246.

10 Li X Y, Zhang X M, Zeng F J, et al. Water Relations on *Alhagisparsifolia* SHAP in the Southern Fringe of Taklamakan Desert. Acta Botanica Sinica, 2002, 44(10): 1219-1224.

11 Li L, Li X Y, Xu X W, et al. Photosystem II activity in the leaves and assimilative branches of *Alhagisparsifolia* Shap. under brief elevated temperature. Acta Physiologiae Plantarum, 2014, 36(7): 1919-1926.

12 Zhang B, Gao X P, Li L, et al. Groundwater depth affects phosphorus but not carbon and nitrogen concentrations of a desert phreatophyte in Northwest China. Frontiers in Plant Science, 2018, 9: 338.

13 Zeng F J, Song C, Guo H F, et al. Responses of root growth of *Alhagisparsifolia* Shap. (Fabaceae) to different simulated groundwater depths in the southern fringe of the Taklimakan Desert, China. Journal of Arid Land, 2013, 5(2): 220-232.

14 Liu B, He J X, Zeng F J, et al. Life span and structure of ephemeral root modules of different functional groups from a desert system. New Phytologist, 2016, 211(1): 103-112.

15 Xue J, Gui D W, Zhao Y, et al. Quantification of environmental flow requirements to support ecosystem services of Oasis Areas: A case study in Tarim Basin, Northwest China. Water, 2015, 7(10): 5657-5675.

16 Xue J, Gui D W, Lei J Q, et al. Model development of a participatory Bayesian network for coupling ecosystem services into integrated water resources management. Journal of Hydrology, 2017, 554: 50-65.

chinaXiv:202303.08939v1

Long-term Ecological Research Supports Ecological Construction and Poverty Alleviation Through Science & Technology in Southern Xinjiang, China

ZENG Fanjiang LI Xiangyi LI Lei LIU Bo XUE Jie GUI Dongwei LEI Jiaqiang

(Cele Desert Research Station, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Cele 848300, China)

Abstract Cele Desert Research Station is located in the southern rim of Takelimagan Desert of Xinjiang, China. The fragile ecological environment and frequent sand storms in the area have seriously affected the livelihood, and restricted the economic and social development of the region. In the early 1980s, the frontier of the desert was only 1.5 km away from the town of Cele. Under this very urgent situation of "The sand at the gates", Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences (the former of Xinjiang Desert Institute of Biological and Soil, Chinese Academy of Sciences) established Cele Desert Research Station, Chinese

Academy of Sciences (hereinafter referred to as “Cele Station”). Researchers came to Cele, and started desertification prevention and control work. Since its establishment, Cele Station has accomplished a series of research and development achievements through long-term monitoring, research, experiments, and demonstration, focusing on the key scientific and technological issues urgently needed by regional fragile ecological environment management, and farmers and herdsmen to overcome poverty and increase their income. In terms of theoretical research, stress response mechanisms and adaptation strategies of dominant plants species in extreme arid regions were systematically expounded. In terms of technology research, development, application, and promotion, Cele Station has constructed the quick sand control model, put forward the technical system of restoring Tamarix chinensis vegetation in flood diversion irrigation, and remove the threat of quick sand invasion to Cele County. The technology has been widely applied in central Asia and Africa. The planting mode of high and stable yield of cotton and the technical system of inoculation of Cistanche were put forward. These practices have gained great economic and social benefits in Xinjiang. A technical system for optimizing the utilization of regional water resources has been established and popularized in Southern Xinjiang. Cele Station has become an important platform of scientific and technological research and development, and an experimental demonstration base, and has made important contributions to regional ecological environment construction, economic and social development.

Keywords Southern Xinjiang, quick sand control model, cultivation techniques of high yield of cotton, optimization utilization of water resources, poverty alleviation through science & technology



曾凡江 中国科学院新疆生态与地理研究所研究员、博士生导师，新疆策勒荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站站长。专业方向是干旱区植物生态学。《生态学杂志》《干旱区研究》编委。曾主持包括国家科技支撑计划项目课题、国家重点基础研究发展规划项目（“973”课题）、中国科学院科技服务网络项目（STS项目）等科研项目20余项。现主持国家自然科学基金委-新疆联合基金重点支持项目、中国科学院科技扶贫项目、中国科学院战略性先导科技专项（A类）子课题。获得新疆维吾尔自治区科技进步奖一等奖2项、二等奖2项；发表研究论文150余篇（SCI收录80余篇）；获得国家授权发明专利10余项；出版专著2部。E-mail: zengfj@ms.xjb.ac.cn

ZENG Fanjiang Ph.D., Professor and Ph.D. Advisor in Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences (CAS), and the director of the Cele Desert Research Station, CAS. His academic major is plant ecology in the arid zone. He is also a member of the editorial board of the *Chinese Journal of Ecology* and *Arid Zone Research*. Moreover, he has presided over more than 20 scientific research projects such as the National Science and Technology Support Program project, the National Key Basic Research and Development Program (“973” Project), CAS Technology Service Network Project (STS Project). He is currently chairing the National Natural Science Foundation of China–Xinjiang Joint Fund Key Support Project, the Science and Technology Poverty Alleviation Project of CAS, and the Sub-project of Category A Strategic Priority Research Program of CAS. At the same time, he had won first prize twice and second prize twice for the Science and Technology Progress Award of Xinjiang Uygur Autonomous Region; and published more than 150 related academic papers (more than 80 indexed in SCI) , more than 10 national authorized invention patents and 2 books.
E-mail: zengfj@ms.xjb.ac.cn

■责任编辑：张帆

chinaXiv:202303.08939v1

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.08939v1

参考文献（双语版）

1 张希明, Michael Runge. 塔克拉玛干沙漠边缘植被可持续管理的生态学基础. 北京: 科学出版社, 2006.

Zhang X M, Runge M. Ecological Basis of Sustainable Management of Vegetation on the Edge of Taklimakan Desert. Beijing: Science Press, 2006. (in Chinese)

2 雷加强, 李生宇, 靳正忠, 等. 塔里木沙漠公路防护林生态工程的综合生态环境效应.科学通报, 2008, 53(S2): 169-178.

Lei J Q, Li S Y, Jin Z Z, et al. Comprehensive eco-environmental effects of shelter forest along the highway in Tarim Desert. Chinese Science Bulletin, 2008, 53(S2): 169-178. (in Chinese)

3 Li S Y, Tang Q L, Lei J Q, et al. An overview of non-conventional water resource utilization technologies for biological sand control in Xinjiang, northwest China. Environmental Earth Sciences, 2015, 73(2): 873-885.

4 田长彦. 新疆棉产业可持续发展面临的挑战与科技对策. 干旱区研究, 2001, 18(4): 62-67.

Tian C Y. Some problems and their scientific and technological countermeasures for sustainable development of cotton production in Xinjiang. Arid Zone Research, 2001, 18(4): 62-67. (in Chinese)

5 田长彦, 胡明芳, 杜刚. “矮密早膜”栽培模式下引进棉花品种农艺性状表现与评价. 中国生态农业学报, 2001, 9(1): 77-79.

Tian C Y, Hu M F, Du G. Expression and assessment of agronomic characters of different cotton varieties in Xinjiang. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2001, 9(1): 77-79. (in Chinese)

6 李丙文, 邱永志, 周宏伟, 等. 塔克拉玛干沙漠腹地滴灌种植肉苁蓉的试验研究. 干旱区研究, 2012, 29(5): 751-756.

Li B W, Qiu Y Z, Zhou H W, et al. Experiment on cultivation of Cistanche deserticola under drip irrigated in the hinterland of the Taklimakan Desert. Arid Zone Research, 2012, 29(5): 751-756. (in Chinese)

7 Frank M. Influence of groundwater depth on species composition and community structure in the transition zone of Cele Oasis. Journal of Arid Land, 2010, 2(4): 235-242.

8 Zeng F J, Bleby T M, Landman P A, et al. Water and nutrient dynamics in surface roots and soils are not modified by short-term flooding of phreatophytic plants in a hyperarid desert. Plant and Soil, 2006, 279(1-2): 129-139.

9 Zeng F J, Yan H L, Arndt S K. Leaf and whole tree adaptations to mild salinity in field grown *Populuseuphratica*. Tree Physiology, 2009, 29(10): 1237-1246.

10 Li X Y, Zhang X M, Zeng F J, et al. Water Relations on *Alhagisparsifolia* SHAP in the Southern Fringe of Taklamakan Desert. Acta Botanica Sinica, 2002, 44(10): 1219-1224.

11 Li L, Li X Y, Xu X W, et al. Photosystem II activity in the leaves and assimilative branches of *Alhagisparsifolia* Shap. under brief elevated temperature. Acta Physiologiae Plantarum, 2014, 36(7): 1919-1926.

12 Zhang B, Gao X P, Li L, et al. Groundwater depth affects phosphorus but not carbon and nitrogen concentrations of a desert phreatophyte in Northwest China. Frontiers in Plant Science, 2018, 9: 338.

13 Zeng F J, Song C, Guo H F, et al. Responses of root growth of *Alhagisparsifolia* Shap. (Fabaceae) to different simulated groundwater depths in the southern fringe of the Taklimakan Desert, China. Journal of Arid Land, 2013, 5(2): 220-232.

14 Liu B, He J X, Zeng F J, et al. Life span and structure of ephemeral root modules of different functional groups from a desert system. New Phytologist, 2016, 211(1): 103-112.

15 Xue J, Gui D W, Zhao Y, et al. Quantification of environmental flow requirements to support ecosystem services of Oasis Areas: A case study in Tarim Basin, Northwest China. Water,

ChinaXiv合作期刊

2015, 7(10): 5657-5675.

16 Xue J, Gui D W, Lei J Q, et al. Model development of a participatory Bayesian network for coupling ecosystem services into integrated water resources management. Journal of Hydrology, 2017, 554: 50-65.

chinaXiv:202303.08939v1